

Sete Lagoas, MG
Dezembro, 2009

Autores

Valéria A. Vieira Queiroz
Nutricionista, Doutora
em Produção Vegetal.
Embrapa Milho e Sorgo.
Cx. P 151.35701-
970 Sete Lagoas, MG
valeria@cnpmis.embrapa.br

Jamilton P. Santos
Entomologia - Pós-
colheita de Grãos

Casiane Salete Tibola
Pesquisadora Embrapa
Trigo área de Qualidade de
Grãos

Luciano Rodrigues Queiroz
Eng. Agr. Doutor em Pro-
dução Vegetal. Embrapa
Milho e Sorgo. Cx. P 151,
35701-970 Sete Lagoas,
MG lrodqueiroz@yahoo.
com.br

Boas práticas e sistema APPCC na fase de pós-colheita de milho

1. Introdução

Devido à sua capacidade de adaptação aos mais diferentes ecossistemas, o milho é a cultura mais amplamente difundida e cultivada no mundo. No Brasil, a produção de milho na primeira safra do ano agrícola de 2008/09 foi de 33,6 milhões de toneladas, cultivados em uma área de 9,2 milhões de hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2009a).

O milho é uma excelente fonte energética, tendo papel importante na alimentação humana e de animais. É utilizado como matéria-prima em mais de 500 produtos derivados. Cerca de 70% do milho produzido no mundo e entre 70% e 80% do milho cultivado no Brasil são consumidos na cadeia produtiva de suínos e aves (SILVA, 2007; GARCIA et al., 2008).

A agricultura brasileira vem avançando em termos de produtividade e deverá colher na safra 2009/2010 entre 139,06 e 141,62 milhões de toneladas de grãos, quantidade de 2,9% a 4,8% superior ao volume de 135,16 milhões de toneladas colhidas na safra passada (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2009b). Entretanto, perdas quantitativas e qualitativas devido à presença de contaminantes nas fases de pré e pós-colheita de grãos no Brasil têm comprometido cerca de 10% da produção e também aumentado o risco na segurança alimentar de humanos e de animais (LORINI; BACALTCHUK, 2007). Os contaminantes podem ser de natureza química, física ou biológica. Para grãos, a contaminação química pode ser proveniente de micotoxinas, resíduos de pesticidas e metais pesados. Os contaminantes de natureza biológica podem ser micro-organismos patogênicos, pombos e roedores; os de natureza física podem ser fragmentos de insetos, vidros, pedras e materiais estranhos.

A qualidade do milho é fundamental para estabelecer os preços na comercialização. A má qualidade fitossanitária dos grãos está diretamente relacionada a práticas agrícolas inadequadas, incluindo colheita tardia, utilização de semente de má qualidade, permanência de restos de cultura no solo e falhas no controle de doenças e pragas (SILVA, 2007). O milho é classificado segundo a sua qualidade em Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3. Um lote de grãos de milho que, pelas suas características, não se enquadrar em nenhum dos tipos descritos será classificado como Abaixo do Padrão - AP, desde que apresente bom estado de conservação. O milho classificado como AP poderá, conforme o caso, ser rebeneficiado para eliminar alguns defeitos e, assim, poder ser enquadrado num dos tipos anteriores. Será desclassificado todo o milho que apresentar: a) mau estado de conservação; b) aspecto generalizado de mofo e/ou de fermentação; c) sementes de mamona ou outras que possam ser prejudiciais à utilização normal do produto; d) odor estranho, de qualquer natureza, impróprio ao produto e prejudicial à sua utilização normal (SANTOS, 2008).

A preocupação crescente com a segurança alimentar, especialmente nas duas últimas décadas, tem exigido melhoria na qualidade sanitária dos alimentos e das rações, passando a ser alvo de preocupação por parte dos produtores, dos armazenadores, dos processadores, dos exportadores e dos consumidores. Assim, as Boas Práticas Agrícolas (BPAs), de armazenamento (BPAr) e o sistema APPCC vêm de encontro a essa crescente preocupação, visando garantir a qualidade final do produto agrícola, bem como a saúde, o bem-estar e a segurança do trabalhador rural e dos consumidores, além de preservar o ambiente e agregar valor ao produto. Esses sistemas objetivam garantir a disponibilização de alimentos seguros por meio da identificação, do monitoramento e do manejo adequado de contaminantes em todas as etapas da cadeia do alimento. Esses programas são baseados em protocolos que possibilitam implementar sistemas de rastreabilidade e de certificação, permitindo a comercialização de produtos com qualidade e que atendam às demandas do mercado.

As boas práticas abrangem um conjunto de medidas que deve ser adotado pelas indústrias de alimentos a fim de garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos técnicos. Dentre os procedimentos operacionais, os mais relevantes para a indústria alimentícia são: de instalações; de controle de fornecedores; de equipamentos; de limpeza e higienização; de higiene pessoal; de controle de produtos químicos; de controle de pragas; de rastreamento e recolhimento; e de destinação de resíduos (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2001). As boas práticas são requisitos para a implementação do sistema Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

O sistema APPCC, versão nacional do Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP), foi desenvolvido com o objetivo de garantir a produção de alimentos seguros através da identificação e da prevenção dos perigos relacionados à inocuidade (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2001). O sistema APPCC baseia-se na aplicação de princípios técnicos e científicos em todas as fases da produção de alimentos,

incluindo a agricultura básica, a pecuária, a industrialização e a manipulação dos alimentos, os serviços de alimentação coletiva, os sistemas de distribuição e de manejo e a utilização do alimento pelo consumidor. Está centrado na identificação de perigos durante o processo, estabelecendo um plano para sua prevenção, eliminação ou redução para níveis aceitáveis, minimizando as falhas que ocorrem quando são retiradas amostras de produtos finais para avaliação da qualidade (FAO, 2003).

O Sistema APPCC baseia-se na aplicação de sete princípios aceitos internacionalmente, publicados em detalhe pela Codex Alimentarius Commission (2003):

1. Análise de perigos e identificação das medidas preventivas.
2. Identificação dos pontos críticos de controle (PCCs).
3. Estabelecimento dos limites críticos para as medidas preventivas associadas com cada PCC.
4. Estabelecimento dos requisitos de controle (monitoramento) dos PCCs.
5. Estabelecimento de ações corretivas para o caso de desvio dos limites críticos.
6. Estabelecimento de um sistema para registro de todos os controles.
7. Estabelecimento de procedimentos de verificação.

O Sistema APPCC é recomendado por organismos internacionais como a OMC (Organização Mundial do Comércio), a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) e a OMS (Organização Mundial de Saúde) e o Mercosul e é exigido pela Comunidade Européia e pelos Estados Unidos (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2009; MANUAL..., 2004). No Brasil, a legislação sanitária federal regulamenta as boas práticas e o sistema APPCC através de portarias que determinam sua adoção pelas indústrias atuantes na produção/industrialização, no fracionamento, no armazenamento e no transporte de alimentos industrializados (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2003b).

2. Identificação de perigos na fase de pós-colheita de milho

Para a identificação dos perigos e dos pontos críticos de controle na fase de pós-colheita de milho, foram elaboradas listas de verificação baseadas na Instrução Normativa n.º 12 (BRASIL, 2009) e no Guia de Verificação do Sistema APPCC (SENAI, 2000a,b). As listas de verificação incluíram todos os requisitos que influenciam diretamente na qualidade e na inocuidade do milho armazenado, identificando os contaminantes e as ações de monitoramento e de controle. Foram analisadas as condições e a disponibilidade de infraestrutura e equipamentos; a qualidade tecnológica; a frequência e os registros referentes ao monitoramento e ao controle de insetos-praga e de outros contaminantes; e o controle de qualidade, que trata do registro dos procedimentos adotados em caso de problemas em lotes de milho. Em cada etapa, foi avaliada a conformidade e realizaram-se as observações necessárias para o diagnóstico de identificação dos perigos na fase de pós-colheita de milho.

A análise foi realizada em unidades armazenadoras de milho com o acompanhamento de respon-

sáveis pelo setor de armazenamento. As Figuras 1 e 2 apresentam fontes de contaminação detectadas em uma unidade armazenadora de milho, como ausência de pavimentação em alguns locais, presença de aves, de grãos espalhados e de insetos-praga na parte externa dos silos, além de muita poeira, terra e grãos acumulados nos equipamentos e nas suas proximidades.

3. Aplicação dos princípios do sistema APPCC na pós-colheita de milho

A metodologia de aplicação dos princípios APPCC adotada foi a preconizada pelo Programa Alimentos Seguros, Setor Campo (ELEMENTOS..., 2004), pelo Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura do Milho (MANUAL..., 2004) e pelos Requisitos Técnicos Obrigatórios ou Recomendados para Certificação de Unidades Armazenadoras em Ambiente Natural (BRASIL, 2009). A aplicação do sistema APPCC na fase de pós-colheita de milho, identificando os pontos críticos de controle (Tabelas 1, 2 e 3) e as ações corretivas recomendadas para controlar os perigos, encontra-se descrita nas Tabelas 4 e 5.



Figura 1. Fontes de contaminação detectadas no ambiente externo de uma unidade armazenadora de milho: (A) e (B) falta de pavimentação na área externa; (C) aves - contaminação por meio das fezes; (D, E e F) grãos de milho espalhados pelo pátio - atrativo para insetos e roedores; (F) insetos alimentando-se de restos de milho (Fotos: Valéria A. Vieira Queiroz e Luciano Queiroz)



Figura 2. Fontes de contaminação detectadas no ambiente interno de uma unidade armazenadora de milho: (A, D e F) grãos de milho espalhados pelo chão e equipamentos; (B, D, E e F) terra e pó no chão e nos equipamentos; (C e D) equipamentos enferrujados e deteriorados, com possibilidade de contaminação por fragmentos metálicos (Fotos: Valéria A. Vieira Queiroz e Luciano Queiroz)

Tabela 1. Identificação dos perigos críticos na pós-colheita de milho. Perigos biológicos. Sete Lagoas, MG, 2009

| Etapa do processo | Perigos Biológicos | Justificativa | Severidade | Risco | Medidas Preventivas |
|-------------------|--------------------|------------------------------------|------------|-------|---|
| Armazenamento | <i>Salmonella</i> | Presença de fezes de aves | Média | Alto | Colocar telas para evitar a entrada de aves na unidade armazenadora |
| Armazenamento | Coccidiose | Presença de fezes de aves (pombos) | Média | Alto | Colocar telas para evitar a entrada de aves na unidade armazenadora |
| Armazenamento | Leptospirose | Presença de urina/fezes de ratos | Média | Alto | MIP (Manejo Integrado de Pragas): controle de insetos e roedores |

Tabela 2. Identificação dos perigos críticos na pós-colheita de milho. Perigos químicos. Sete Lagoas, MG, 2009

| Etapas de processo | Perigos Químicos | Justificativa | Severidade | Risco | Medidas Preventivas |
|---|---|---|------------|-------|---|
| Transporte de grãos (elevadores e correias) | -Graxas ou óleos | Produtos utilizados na lubrificação de equipamentos | Baixa | Baixo | BPAr: monitorar a manutenção e a limpeza dos equipamentos, evitando contaminação dos grãos |
| Recebimento | -Micotoxinas (DON, zearalenona e fumonisinas) | Presença de fungos de campo do gênero <i>Fusarium</i> Grãos ardidos acima de 6% | Alta | Médio | BPA: monitorar as condições climáticas e aplicar fungicida preventivo, quando necessário, para controle dos fungos de campo BPAr: Secagem rápida para teor de água igual ou inferior a 13% |
| | -Resíduos de agroquímicos | Dosagem inadequada e utilização de agroquímico não registrado para a cultura do milho. Desrespeito ao prazo de carência do produto utilizado | Alta | Baixo | BPAr: Segregação de lotes aceitáveis e não aceitáveis em relação ao percentual de grãos ardidos e de micotoxinas BPA: utilizar agroquímicos registrados na dosagem recomendada e respeitar período de carência |
| | -Micotoxinas | Aumento da contaminação por micotoxinas devido a alta umidade e temperatura | Alta | Médio | BPAr: secagem rápida para teor de água igual ou inferior a 13% |
| Pesagem e coleta de amostra | -Micotoxinas | A secagem inadequada pode resultar em milho com teor de água excessivo, podendo haver crescimento de fungos toxigênicos e produção de micotoxinas | Alta | Alto | Secagem rápida com as temperaturas recomendadas Controlar a umidade dos grãos para o igual ou inferior a 13% |

Tabela 2. Identificação dos perigos críticos na pós-colheita de milho. Perigos químicos. Sete Lagoas, MG, 2009. Cont.

| Etapas de processo | Perigos Químicos | Justificativa | Severidade | Risco | Medidas Preventivas |
|--------------------|---------------------------|--|------------|-------|---|
| Armazenamento | -Micotoxinas | Aumento da contaminação por micotoxinas devido a alta umidade e temperatura | Alta | Alto | BPAr: Uso de unidades de armazenamento tecnicamente adequadas. Controle da temperatura e umidade dos grãos. Controle da umidade relativa do ambiente Aeração e monitoramento do sistema de termometria das unidades de armazenamento |
| | -Resíduos de Agroquímicos | Falhas no carregamento do silo (bolsões) Proliferação excessiva de pragas e uso inadequado de agroquímicos, levando à contaminação do milho | Alta | Alto | Uso adequado de agroquímicos, segundo recomendações do receituário agrônomo, obediência das carências, uso de BPAr e capacitação do operador |
| | | | | | |
| Expedição | -Micotoxinas | A expedição de lotes com alta porcentagem de grãos ardidos e/ou com concentração de micotoxinas superior à permitida pela legislação poderá causar problemas de saúde para o homem e animais | Alta | Alto | Controlar o percentual de grãos ardidos nos lotes/partidas Controlar teor de micotoxinas nos lotes/partidas |
| | -Resíduos de Agroquímicos | Uso inadequado de agroquímicos no armazenamento, desconsiderando o prazo de carência | Alta | Médio | Uso adequado de agroquímicos registrados na dosagem recomendada e obediência ao período de carência |
| | | | | | |

Tabela 3. Identificação dos perigos críticos na pós-colheita de milho. Perigos físicos. Sete Lagoas, MG, 2009

| Etapas de processo | Perigos Físicos | Justificativa | Severidade | Risco | Medidas Preventivas |
|---|---|--|------------|-------|---|
| Recebimento | -Materiais estranhos, como terra, pedras, metais, outros grãos e fragmentos | Presença de contaminantes físicos provenientes do campo e dos veículos de transporte | Baixa | Alto | BPA: regulagem adequada da colhedora BPA: limpeza dos veículos de transporte |
| | -Insetos-praga | Presença de insetos-praga provenientes do campo | Baixa | Médio | MIP: monitorar pragas e adotar medidas de limpeza e higienização do veículo de transporte |
| Pesagem e coleta de amostra | -Partículas metálicas e/ou madeira | Desprendimento de partículas metálicas e/ou de madeira dos equipamentos | Baixa | Médio | BPAr: manutenção adequada de equipamentos |
| Moega de recebimento | -Insetos-praga | Falhas na limpeza da moega e sobras de grãos de outros lotes | Baixa | Alto | MIP: monitorar e adotar medidas de controle de insetos |
| | -Sujidades, materiais estranhos e metais | | Baixa | Alto | Adotar medidas de limpeza e higienização da moega |
| Transporte de grãos (elevadores e correias) | -Insetos-praga | Falhas na limpeza e sobras de grãos de outros lotes | Baixa | Alto | MIP: monitorar e adotar medidas de controle de insetos |
| | -Sujidades, materiais estranhos e metais | Desprendimento de partículas dos equipamentos | Baixa | Alto | Adotar medidas de limpeza e higienização BPAr: manutenção adequada de equipamentos |

Tabela 3. Identificação dos perigos críticos na pós-colheita de milho. Perigos físicos. Sete Lagoas, MG, 2009. Cont.

| Etapas de processo | Perigos Físicos | Justificativa | Severidade | Risco | Medidas Preventivas |
|------------------------------|---|--|-------------------|--------------|--|
| Pré-limpeza e limpeza | Insetos-praga | Falhas na limpeza e sobras de grãos de outros lotes | Baixa | Alto | MIP: monitorar e adotar medidas de controle de insetos BPA: regulação adequada da colheiteadeira, limpeza dos veículos de transporte |
| | Sujidades, materiais estranhos e metais | Desprendimento de partículas dos equipamentos | Baixa | Alto | BPA: manutenção adequada de equipamentos e disponibilização de detector de metais |
| Armazenamento | Sujidades, materiais estranhos e metais | Falhas na etapa de pré-limpeza e limpeza | Baixa | Alto | BPA: manutenção adequada de equipamentos e disponibilização de detector de metais |
| | Insetos-praga | Falhas no carregamento do silo, permitindo a instalação de bolsões | Baixa | Alto | MIP: monitorar os insetos e a temperatura do lote Lavar os silos a cada troca de lote de grãos Realizar expurgo com produto e dosagem apropriados, mantendo em silo vedado por sete dias |
| Expedição | Presença de insetos e/ou de fragmentos | Falhas na etapa de pré-limpeza e limpeza Controle inadequado de insetos | Baixa | Alto | MIP: monitorar e adotar medidas de controle de insetos BPA: limpeza dos veículos de transporte |

Tabela 4. Classificação dos perigos e determinação dos pontos de controle (PC) e dos pontos críticos de controle (PCC) na fase de pós-colheita de milho. Sete Lagoas, MG, 2009

| Etapa do Processo | Perigos significativos (biológicos, químicos e físicos) | O perigo é controlado pelo programa de requisitos? Se sim, é importante considerar como PC? | Questão 1: Existem medidas preventivas para o perigo? | Questão 2: Esta etapa elimina ou reduz o perigo a níveis aceitáveis? | Questão 3: O perigo pode aumentar a níveis inaceitáveis? | Questão 4: Uma etapa subsequente eliminará ou reduzirá o perigo a níveis aceitáveis? | PC/PCC |
|-----------------------|---|---|---|--|--|--|----------------------|
| Secagem | Micotoxinas | NÃO | SIM | NÃO | SIM | NÃO | PCC ¹ (Q) |
| Pré-limpeza e limpeza | Sujidades e materiais estranhos | SIM/SIM | SIM | SIM | NÃO | NÃO | PC (F) |
| Armazenamento | - Insetos-praga | NÃO | SIM | SIM | SIM | NÃO | PCC ² (F) |
| | - Resíduos de Agroquímicos | SIM | SIM | SIM | NÃO | NÃO | PC (Q) |
| | - Proliferação de fungos e produção de micotoxinas | NÃO | SIM | NÃO | SIM | NÃO | PCC ³ (Q) |
| | - Sujidades e Material estranho | SIM/SIM | SIM | NÃO | NÃO | NÃO | PC (F) |
| Expedição | Micotoxinas | SIM/SIM | SIM | NÃO | NÃO | NÃO | PC (Q) |

(Q) e (F) referem-se aos perigos químicos e físicos, respectivamente

Tabela 5. Resumo do plano APPCC na fase de pós-colheita de milho. Sete Lagoas, MG, 2009.

| Etapa | PC/ PCC | Perigo | Medidas Preventivas | Limite Crítico | Monitoramento | Ação Corretiva | Registros | Verificação |
|------------------------------|----------|---------------------------------|--|--|--|--|------------------|---|
| Secagem | PCC1 (Q) | Micotoxinas | - BPA: monitorar as condições climáticas e aplicar fungicidas específicos para controle de <i>Fusarium</i> na lavoura | - Temperatura de 55°C para milho destinado a alimentação humana (indústria de moagem). - Temperatura de 82°C para milho destinado a ração animal - Umidade igual ou inferior a 13% - Grãos danificados pelo calor, ardidos e mofados no lote de partida máximo de 6% - BPA: secagem rápida com as temperaturas adequadas, reduzindo o teor de água para igual ou inferior a 13 % | O que? - Temperatura de secagem e umidade do grão seco - Grãos Como? - Termômetro e aparelho para determinar umidade - Amostragem correta e dos instrumentos - Avaliação do percentual de grãos ardidos/mofados e teor segregação de micotoxinas Quando? - Cada lote, durante o processo de secagem Quem? - Responsável pela secagem | - Encaminhar rapidamente para secagem - Ajustar temperatura do secador - Reprocessar grãos - Calibração | Planilha própria | - Análise dos registros - Supervisão da operação - Programa de amostragem e análise de umidade dos grãos - Programa de calibração de equipamentos |
| | | | | | | | | |
| Pré-limpeza e limpeza | PC (F) | Sujidades e Materiais estranhos | -BPA: regulagem adequada da colhedora -BPA: limpeza do veículo de transporte. BPA: manutenção adequada de equipamentos e disponibilização de detector de metais. | - Ausência de grãos com sujidades e materiais estranhos - Limite de 1% de impurezas | O que? - Grãos Como? - Observação visual e através de detector de metais Quando? - Cada lote Quem? - Responsável pelo recebimento | - Regulagem dos equipamentos - Controle de pragas (MIP) - Efetuar nova peneiragem do lote | Planilha própria | - Análise dos registros - Supervisão da operação - Programa de calibração de equipamentos - Programa de amostragem e análise de sujidades e de material estranho |
| | | | | | | | | |

Tabela 5. Resumo do plano APPCC na fase de pós-colheita de milho. Sete Lagoas, MG, 2009. Cont.

| Etapa | PC/ PCC | Perigo | Medidas Preventivas | Limite Crítico | Monitorização | Ação Corretiva | Registros | Verificação |
|--|----------------------|--|---|--|--|--|------------------|---|
| Armazenamento (aplicação de inseticida preventivo) | PC Q) | - Resíduos de agroquímicos registrados | BPAr: utilizar inseticidas dosagem recomendada e respeitar o período de carência | Doses recomendadas pelo receituário agrônomo ou pelo fabricante do produto | O quê? Aplicação de inseticida Como? Ler o rótulo do produto e realizar análises laboratoriais periódicas Quando? Na aplicação Quem? Responsável pela aplicação | - Refazer ou corrigir a dosagem - Segregar lote até obter o resultado da análise de resíduos de agroquímicos - Calibrar o equipamento - Rejeitar o lote | Planilha própria | - Análise dos registros - Supervisão da operação - Programa de calibração de equipamentos - Programa de amostragem e análise de resíduos de agroquímicos |
| | PCC ² (F) | Insetos-praga | - MIP: monitorar os insetos e a temperatura do lote - Realizar expurgo com produto e dosagem apropriados, mantendo em silo vedado por 7 dias | | O quê? Grãos Como? Monitorar a presença de insetos vivos/mortos e dados do sistema de termometria Quando? Cada lote Quem? Responsável pelo armazenamento | - Garantir a hermeticidade do silo para expurgo - Repetir expurgo | Planilha própria | - Análise dos registros - Supervisão da operação - Programa de amostragem e controle de pragas |
| Armazenamento | PC (F) | Sujidades e Material estranho | BPAr: evitar falhas na etapa de pré-limpeza e limpeza | Ausência de grãos com sujidades e material estranho | O quê? Grãos Como? Observação visual e através de detector de metais Quando? Cada lote Quem? Responsável | - Rever as condições de armazenamento - Lavar os silos a cada troca de lote de grãos - Efetuar seleção dos grãos | Planilha própria | - Análise dos registros - Inspeção no silo - Programa de amostragem e análise de material estranho |

Tabela 5. Resumo do plano APPCC na fase de pós-colheita de milho. Sete Lagoas, MG, 2009. Cont.

| Etapa | PC/ PCC | Perigo | Medidas Preventivas | Limite Crítico | Monitorização | Ação Corretiva | Registros | Verificação |
|---------------|-------------------------|-------------|--|--|---|--|------------------|---|
| Armazenamento | PCC ³ (Q) | Micotoxinas | - Unidades de armazenamento tecnicamente adequadas - BPAR: monitoramento da temperatura e umidade dos grãos e do ambiente - Controlar o percentual de grãos ardidos e o teor de micotoxinas - Sistema de aeração nas unidades armazenadoras | - Umidade dos grãos igual ou inferior a 13% - Máximo de 6% de grãos ardidos no lote/partida (para consumo humano e animal) - Teor de aflatoxina (para consumo humano e animal) no máximo de 20 µg kg ⁻¹ de grão | O que? Umidade e temperatura dos grãos e UR ambiente Como? Por meio do sistema de termometria – T°C. - Percentual de grãos ardidos e teor de micotoxinas Quando? Cada lote Quem? Responsável pelo armazenamento | - Providenciar sistema de aeração e/ou transilagem do lote - Secagem para controle da umidade - Uso de sequestrador para micotoxinas - Calibração de equipamentos - Descarte do lote | Planilha própria | - Análise dos registros - Inspeção no silo - Programa de amostragem e análise de umidade, grãos ardidos e micotoxinas |
| | | | - Controlar o percentual de grãos ardidos nos lotes/partida - Controlar o teor de aflatoxinas nos lotes/partidas | - Máximo de 6% de grãos ardidos no lote/partida (para consumo humano e animal) - Teor de aflatoxina no máximo de 20 µg kg ⁻¹ de grão* | O que? - % de grãos ardidos - Teor de aflatoxinas Como? Amostragem e análise do % de grãos ardidos e teor de micotoxinas Quando? A cada lote partida. Quem? Responsável pela qualidade | Dar outro destino ao lote | Planilha própria | - Análise dos registros - Supervisão das análises |
| Expedição | PC(Q) | Micotoxinas | | | | | | |

(Q) e (F) referem-se aos perigos químicos e físicos, respectivamente

* Limites adotados pela maioria dos países segundo dados da FAO, 2004

. Principais contaminantes de milho na fase de pós-colheita

A partir do diagnóstico do sistema APPCC realizado, foram identificados os principais contaminantes do milho, que são abordados a seguir.

4.1 Fungos toxigênicos e micotoxinas

Os fungos estão sempre presentes nos grãos armazenados, constituindo, juntamente com os insetos, as principais causas de deterioração e de perdas constatadas durante o armazenamento. São propagados por esporos, que têm nos insetos-praga de grãos um dos principais agentes disseminadores (SANTOS, 2008). A cultura do milho é muito vulnerável à ocorrência de pragas e de doenças em grãos recém-colhidos e armazenados. Geralmente, o processo de infecção pelos fungos nos grãos começa ainda no campo, principalmente durante a fase de maturação fisiológica, e prossegue nas etapas seguintes de colheita, secagem, armazenamento, transporte e processamento (LAZZARI, 1997), demandando monitoramento constante. Estudos realizados no Brasil e no exterior constataram um número significativo de amostras com elevada incidência de grãos ardidos e micotoxinas em milho e produtos derivados (ALI et al., 1998; MACHINSKI et al., 2001; SCUDAMORE; PATEL, 2000; VAN DER WESTHUIZEN et al., 2003).

Os fungos toxigênicos invadem os grãos em diferentes fases: antes e durante a colheita; na secagem e no armazenamento. No entanto, a contaminação geralmente está associada com mais de uma fase. Dois grupos de fungos são geralmente responsáveis pela contaminação de sementes e grãos: os fungos do campo e os fungos de armazenamento. A distinção entre ambos ocorre de acordo com as condições ambientais e/ou ecológicas, que favorecem o crescimento dos mesmos. Os fungos de campo invadem os grãos na fase de pré-colheita e requerem alto teor de água nos grãos (20-21%) para se desenvolver. Esse grupo inclui os gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Helminthosporium*. Tais fungos não se desenvolvem normalmente durante o armazenamento, exceto em milho armazenado

com alto teor de água. Os fungos de armazenamento invadem os grãos na fase de pós-colheita e requerem teor de água na faixa de 16% para a invasão micelial. Esse grupo compreende as espécies pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Os fungos de armazenamento causam danos aos grãos somente se as condições de armazenagem forem impróprias à manutenção da qualidade dos GRÃOS (ATUI; LAZZARI, 1998).

Os fungos toxigênicos são produtores de micotoxinas, metabólitos secundários que provocam grandes perdas econômicas em toda a cadeia produtiva agrícola, representando risco potencial ao agronegócio brasileiro e à saúde humana e animal. A contaminação por micotoxinas é, geralmente, um processo aditivo, que pode iniciar no campo, aumentar durante a colheita e a secagem e continuar no armazenamento.

O crescimento fúngico e a formação de micotoxinas são dependentes de uma série de fatores, como umidade, temperatura, presença de oxigênio, tempo para o crescimento fúngico, constituição do substrato, características genéticas, lesões à integridade dos grãos causadas por insetos ou dano mecânico/térmico, quantidade de inóculo fúngico e interação/competição entre as linhagens fúngicas (SCUSSEL, 1998). Além desses fatores, as condições de secagem e estocagem e o tipo de embalagem utilizada são fatores chave envolvidos no desenvolvimento de fungos. A colheita de grãos com umidade elevada e a estocagem com pouca ventilação, em embalagem permeável ou alterada por insetos ou roedores, são condições que favorecem gradientes de umidade, com consequente proliferação de fungos. Para que os grãos tenham uma estocagem segura, deve-se realizar secagem homogênea, abaixo da umidade crítica, manter os grãos em ambiente sem roedores e evitar quebra de grãos durante a colheita, a secagem e a estocagem. Assim, a forma mais segura e economicamente viável para obtenção de alimentos livres de micotoxinas é a prevenção da formação das mesmas por meio das boas práticas agrícolas, de transporte, de manufatura e de armazenagem (JOUANY, 2007).

As principais micotoxinas encontradas nas forragens e nos grãos estão geralmente associadas com as espécies de fungos *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Claviceps*, apesar de serem conhecidas mais de quatrocentas micotoxinas, produzidas por cerca de uma centena de fungos (JOBIM et al., 2001). Os produtos agrícolas são contaminados por meio do contato com os esporos do fungo presentes em armazéns, moinhos, silos, equipamentos e lugares onde são armazenados, manuseados e processados. O armazenamento em locais úmidos e sem ventilação, bem como o transporte inadequado, favorecem não apenas a contaminação com esporos, mas também o crescimento fúngico nos produtos já contaminados (CHU, 1991).

As principais micotoxinas relatadas em milho são as aflatoxinas, as fumonisinas, a zearalenona, as esterigmatocistinas, o deoxinivalenol (DON), nivalenol, ocratoxina e a toxina T-2. As aflatoxinas (AFs) são produzidas por fungos das espécies *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus nomius*. As aflatoxinas são as micotoxinas que podem causar maiores danos aos seres humanos e animais pela sua alta toxidez e ampla ocorrência, possuindo propriedades carcinogênicas, mutagênicas, teratogênicas e imunossupressoras. Cerca de 50% das espécies de *A. flavus* e *A. parasiticus* são produtores de AFs. Somente quatro foram identificadas como contaminantes naturais de produtos agrícolas e são denominadas aflatoxina B1 (AFB1); B2 (AFB2); G1 (AFG1); G2, (AFG2). A AFB1 é a mais tóxica do grupo, seguida pela AFG1, AFB2 e AFG2, com toxicidade de 50%, 20% e 10% em relação à primeira, respectivamente (DILKIN et al., 2000; CREPPY, 2002).

As fumonisinas são produzidas por *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenb. Porém, outras espécies do gênero *Fusarium* também são produtoras de fumonisinas: *Fusarium proliferatum*, *Fusarium nygamai*, *Fusarium anthophilum*, *Fusarium dlamini*, *Fusarium napiforme*, *Fusarium subglutinans*, *Fusarium polyphialidicum* e *Fusarium oxysporum* (POZZI et al., 2002). O *Fusarium verticillioides* é o fungo encontrado com maior frequência em grãos de milho recém-colhidos, com níveis de

contaminação de até 100%, sendo sua toxina detectada em grãos em vários países. FB1, FB2 e FB3 ocorrem como contaminantes naturais em milho, contrastando com os análogos derivados, que não têm sido naturalmente detectados. A FB1 é considerada a mais tóxica e abundante, compreendendo de 70% a 80% das fumonisinas (MURPHY et al., 1993; RHEEDER et al., 2002). Casos de câncer de esôfago em habitantes da China, do Nordeste da Itália e das regiões de Transkei, no Sul da África, têm sido associados à presença de fumonisinas em grãos de milho (PERAICA et al., 1999).

No Brasil, diversos trabalhos têm revelado a existência de contaminação com fumonisinas em milho nas fases de pré e pós-colheita. Silva (2007), com o objetivo de avaliar o efeito do intervalo de tempo entre a colheita e a pré-secagem sobre a contaminação de milho por fungos e fumonisinas, coletou 490 amostras em três pontos da cadeia produtiva, campo (n=100), recepção da cooperativa (n=100) e pré-secagem (n=45) em duas safras consecutivas (2003 e 2004) na região Norte do estado do Paraná. Os resultados do trabalho mostraram que *Fusarium spp.* foi o gênero prevalente (100%), seguido por *Penicillium spp.*, que foi detectado em 98%, 95% e 97% das amostras de campo, recepção e etapa de pré-secagem (safra 2003), respectivamente. As fumonisinas foram detectadas em todas as amostras de ambas as safras, com níveis variando de 0,11 a 15,32mg/g em amostras de campo, de 0,16 a 15,90mg/g em amostras de recepção e de 0,02 a 18,78mg/g em amostras de pré-secagem para a safra de 2003. Bittencourt et al. (2005) encontraram fumonisinas B1 e B2 em 60 amostras de farinha de milho e de fubá comercializadas na cidade de São Paulo. A análise de cereais infantis à base de milho comercializados no estado de São Paulo revelou a presença das mesmas toxinas, além da fumonisina B3 (CASTRO et al., 2004). No estado de Santa Catarina, amostras de milho para consumo humano mostraram-se contaminadas por fumonisinas B1, B2 e B3 (VAN DER WESTHUIZEN et al., 2003). Dentre as amostras de milho provenientes das regiões Sul, Centro e Centro-Sul, 99% estavam contaminadas com fumonisina B1 (VARGAS et al., 2001).

As ocratoxinas são produzidas por seis espécies de *Aspergillus* e sete de *Penicillium*. Os principais produtores são *A. ochraceus*, *P. viridicatum*, *P. palitans* e *P. cyclopium*. Das várias ocratoxinas identificadas, a mais tóxica é a Ocratoxina A (OTA). Os principais alimentos que contribuem para a ingestão de OTA em humanos são os cereais e os produtos à base de cereais. Essa micotoxina é resistente aos processos tecnológicos e, nos gêneros alimentícios, pode persistir mesmo após destruição do fungo (ALLDRICK, 1996). Juan et al. (2008) analisaram 61 amostras de pão, 31 de pão de trigo e 30 de pão de milho adquiridas em padarias, lojas de confeitaria e supermercados de Lisboa, Portugal, e verificaram incidência de OTA de 12,9% e 70,0% para o pão de trigo e o pão de milho, respectivamente. Os mais altos níveis de OTA foram obtidos por pão de milho, sendo que uma amostra excedeu o limite máximo permitido estabelecido pela Comunidade Européia.

A zearalenona ocorre em praticamente todos os cereais, especialmente em culturas de inverno contaminadas por fungos do gênero *Fusarium*. A contaminação natural aparece em cevada, milho, sorgo, aveia e rações produzidas com base nestes produtos (DILKIN et al., 2000). É um composto com estrutura estreitamente relacionada a metabólitos estrogênicos produzida, muitas vezes, junto com os tricotecnos, por espécies que colonizam os grãos, como: *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. crookwellense*, *F. heterosporum* e *F. equiseti*. Trabalhos no Brasil não têm relatado existência de grande quantidade de contaminação por zearalenona em milho e produtos derivados. Foi investigada a presença de zearalenona em 328 amostras de milho procedentes das regiões Sul e Sudeste, sendo os resultados positivos em apenas 5% das amostras (SABINO et al., 1989). A análise de zearalenona em milho, produzido nos estados de Minas Gerais e São Paulo, apresentou, respectivamente, resultado positivo em uma de 83 amostras (SABINO et al., 1986) e em uma de 110 amostras (MACHINSKI et al., 2001). Em 296 amostras de milho e produtos de milho comercializados em Campinas, SP, encontraram-se resultados negativos para zeara-

lenona (VALENTE; RODRIGUEZ-AMAYA, 1989). Kawashima e Valente Soares (2006) pesquisaram a presença de fumonisina B1, aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, ocratoxina A e zearalenona em 74 amostras de produtos à base de milho adquiridas no comércio de Recife, PE, durante o período de 1999 a 2001. Esses autores encontraram fumonisina B1 em 94,6% das amostras em concentrações variando de 20 a 8600 µg/kg, apenas cinco amostras contendo aflatoxina B1 com teor máximo de 20 µg/kg, duas amostras acima do limite de 20 µg/kg para a somatória das aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 (farinha de milho pré-cozida com 21,5 µg/kg e quirera – xerém – com 23,3 µg/kg) e nenhuma das amostras com aflatoxinas G1 e G2, ocratoxina A e zearalenona. Resultados do Laboratório de Análises Micotoxológicas (Lamic) da Universidade Federal de Santa Maria, RS obtidos nos últimos 10 anos com amostras de grãos e rações revelaram que, de um total de 24.938 amostras de grãos analisadas, cerca de 50% apresentaram resultado positivo para aflatoxina com um nível médio de 14 ppb. Em decorrência dessa alta contaminação, as rações animais produzidas no Brasil apresentaram uma positividade de 45,9%, com valores médios de aflatoxinas de 9,9 ppb. O dado mais preocupante é que, nos primeiros meses de 2008, em 3751 amostras analisadas, 40,6% foram positivas para fumonisinas FB1 + FB2. A contaminação por zearalenona (ZEA) é menos frequente. A média da concentração dessa micotoxina para todos os produtos analisados no Lamic (n=43455) é de 34 ppb, obtendo-se um percentual de positividade de 7,5% das amostras com um nível de concentração acima de 10 ppb (MALLMANN, 2009). Esses números justificam a grande preocupação atual com relação à elevada contaminação por micotoxinas no milho produzido no Brasil, uma vez que este é o principal cereal destinado à produção de rações para alimentação de suínos e aves.

4.2. Insetos-praga

Estimativas de perdas de grãos armazenados por ataque de insetos são da ordem de 5 a 10% da produção mundial. No Brasil, calcula-se que entre 10 e 15% da produção é perdida, anualmente,

com esses contaminantes, o que equivale, atualmente, a cerca de 14 milhões de toneladas.

Dentre as diversas pragas que atacam os grãos no armazenamento, as principais estão destacadas na Tabela 6.

Tabela 6. Principais pragas de grãos armazenados

| Insetos | | | |
|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Primários | | Secundários | |
| Espécies | Produtos atacados | Espécie | Produtos atacados |
| 1. <i>Sitophilus zeamais</i> | Milho, arroz, trigo, | 1. <i>Tribolium castaneum</i> | Farinhas de modo geral e |
| 2. <i>Sitophilus oryzae</i> | sorgo, centeio e | 2. <i>Oryzaephylus surinamensis</i> | produtos industrializados, |
| | cevada | | como: macarrão, bolachas, |
| 3. <i>Sitotroga cerealella</i> | | 3. <i>Cryptolestes ferrugineus</i> | biscoitos, cereais matinais. |
| | | | Essas pragas também podem |
| 4. <i>Rhyzopertha dominica</i> | | 4. <i>Plodia interpunctella</i> | atacar grãos quebrados e |
| | | | cheios de pó do próprio grão |

São várias as espécies de insetos-praga que se alimentam dos grãos de milho; porém, o gorgulho ou caruncho, *Sitophilus zeamais*, e a traça-dos-cereais, *Sitotroga cerealella*, são responsáveis pela maior parte das perdas (SANTOS, 2008).

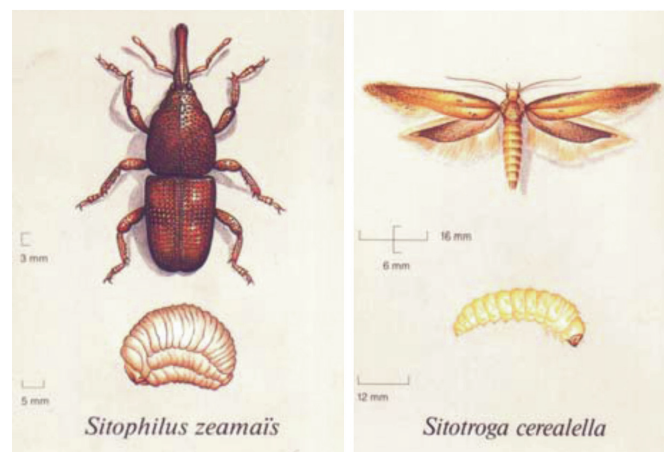
Sitophilus zeamais

O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Mots. 1865, é praga primária (ataca grãos inteiros, perfurando-os e se desenvolvendo dentro dos mesmos) de milho, trigo, arroz, sorgo e cereais processados. É considerada a praga mais importante dos grãos armazenados no Brasil pela sua grande capacidade de penetração, elevado potencial biótico, infestação cruzada e por possuir grande número de hospedeiros, além do fato de tanto as larvas quanto os adultos causarem prejuízos aos grãos (DOBIE et al., 1984; GALLO et al., 2002). Em milho, armazenado a 28°C e 60% de UR, apresenta período de incubação de 3 a 6 dias, período de ovo a adulto de 34 dias e longevidade de cerca de 140 dias (ATHIÉ et al., 1998).

Sitotroga cerealella

A *Sitotroga cerealella* é uma praga primária de grande importância para o milho e para outros cereais, como trigo, arroz, cevada, sorgo e centeio. É uma praga de superfície, sendo mais importante para o milho armazenado em espigas. As lagartas destroem os grãos, diminuindo seu peso e valor nutritivo (GALLO et al., 2002). Pode infestar os grãos em desenvolvimento ou em maturação

no campo, podendo sobreviver por várias gerações, mudando de um hospedeiro para outro. A 25°C, a longevidade da fêmea é de 8,5 dias, sendo o período médio de desenvolvimento de ovo a adulto de 31 a 32 dias (ATHIÉ et al., 1998).



Fonte: Santos, 2008

Consequências do ataque de insetos

A infestação de insetos provoca danos ao tegumento dos grãos, produzindo gás carbônico (CO₂) e água (H₂O). Essa contribuição no aumento do teor de água ocasiona, por sua

vez, um aumento na respiração dos grãos e, conseqüentemente, na temperatura, facilitando a multiplicação de fungos e a produção de micotoxinas. Além disso, os insetos se alimentam dos grãos e provocam grandes perdas. O ataque de insetos ainda altera o odor e o sabor natural dos grãos e dos produtos derivados. Insetos vivos ou mortos ou partes do seu corpo, como pernas, asas e escamas, além das excreções que permanecem na massa de grãos, são considerados contaminantes. Essas matérias estranhas frequentemente excedem os limites de tolerância, tornando os grãos ou seus produtos impróprios para o consumo humano ou até mesmo animal (SANTOS, 2008).

Entre os prejuízos causados pelos insetos em grãos e em outros produtos armazenados, pode-se citar:

1. Perda de peso pela destruição do endosperma.
2. Perda no valor nutritivo pela destruição do amido e do germe.
3. Perda do poder germinativo e do vigor das sementes pela destruição do germe. A destruição somente do endosperma também afeta o desenvolvimento da planta por redução das reservas nutritivas.
4. Perda quanto à redução do padrão comercial - os grãos de milho devem ser classificados segundo a qualidade, definida através de padrões pré-fixados representados por tipos de valores decrescentes. Paga-se mais pelos produtos de melhor qualidade e penaliza-se os de qualidade inferior.

Medidas preventivas contra a ocorrência de pragas

Uma característica positiva dos grãos é a possibilidade de eles serem armazenados por longo período de tempo, sem perdas significativas da qualidade. O controle preventivo constitui um passo importante para o sucesso de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) em grãos armazenados. Para implementar um efetivo programa de MIP, com redução do potencial de infestação, torna-se necessário que a gerência da unidade armazenadora se conscientize da importância da influência dos fatores ecológicos

envolvidos no sistema, como temperatura, teor de água do grão, umidade relativa do ambiente e período de armazenagem. Da mesma maneira, a escolha da cultivar, o processo de colheita, a recepção e a limpeza, a secagem de grãos, a aeração e a refrigeração são fatores importantes para o controle preventivo das pragas de grãos armazenados (SANTOS, 2008).

Para preservar efetivamente os grãos armazenados contra o ataque de insetos, devem-se utilizar medidas que visam a alcançar o controle em todas as suas fases de crescimento: ovo, larva, pupa e adulto.

4.3. Roedores, pombos e outros

Dentre as mais de 1500 espécies de roedores, 200 são referidas como pragas de cultura e menos de 40 são pragas de armazenamento. Nas condições de armazenamento do Brasil, ocorrem os principais roedores: *Rattus norvegicus* (ratazana ou rato marrom); *Rattus rattus* (rato de telhado ou rato preto); e *Mus musculus* (camundongo). A perda de alimentos ocorre pelo desperdício, pela presença de roeduras, pelo consumo e pela contaminação pela urina, fezes e pelos. Os ratos adultos consomem cerca de 20 a 30g de alimento por dia e os camundongos de 1,5 a 3g. No entanto, um roedor geralmente danifica um volume que varia de 5 a 10 vezes o consumido, o que pode significar prejuízo anual na faixa de 25 a 50 dólares por roedor (ATHIÉ et al., 1998; SILVA, 2005). Além disso, um rato produz, aproximadamente, 14.600 excrementos e 5,4L de urina por ano, potencializando os riscos de transmissão de doenças para humanos e animais, especialmente leptospirose (ATHIÉ et al., 1998). O ataque por roedores pode causar, ainda, danos na infraestrutura de armazenamento dos grãos, como nas estruturas internas e externas, sistema elétrico, sacarias etc..

Para redução das infestações de roedores, deve-se dar ênfase, principalmente, à limpeza dos ambientes externos e internos das unidades armazenadoras de grãos. Além disso, há necessidade de implementação de um programa de controle de roedores que, segundo Silva (2005),

se fundamenta na utilização de barreiras físicas, na adoção de métodos para saneamento de ambientes e na redução do número de indivíduos de uma população. Os principais métodos de controle para roedores estão detalhadamente descritos no Manual de Controle de Roedores (MANUAL..., 2002).

Os pombos domésticos (*Columba livia domestica*) também podem causar adulterações ou contaminações em produtos alimentícios para consumo humano através da deposição de suas penas e de outros dejetos sobre alimentos crus ou já embalados (SCHULLER, 2009). No caso dos grãos armazenados, o prejuízo também inclui os danos quantitativos causados pelo consumo dos grãos. Assim, o manejo e o controle integrado dos pombos, evitando a sua proliferação através da redução do abrigo e de fontes de alimentação, são essenciais para manter a higienização da unidade armazenadora. As principais alternativas para controle de pombos, barreiras físicas e uso de repelentes são citadas em Nunes (2003) e em Figueiredo (2009). Na Instrução Normativa n.º 109, de 03/08/2006, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2006), poderão ser obtidas informações adicionais sobre as estratégias de manejo de roedores e de pombos nas unidades armazenadoras de grãos.

Dentre os contaminantes presentes na fase de pós-colheita de milho, podem ser citados também os resíduos de graxas e óleos, especialmente quando não são realizadas manutenção e limpeza adequadas de equipamentos, elevadores e correias nos silos armazenadores.

Além desses, os grãos armazenados também podem conter matérias estranhas, impurezas e fragmentos metálicos provenientes de equipamentos com conservação inadequada. Esses contaminantes físicos devem ser eliminados nas etapas de pré-limpeza e limpeza de grãos.

4.4 Agroquímicos

A utilização inadequada de agroquímicos pode causar falhas no controle, elevação dos custos de armazenamento, presença de resíduos químicos em níveis acima dos aceitáveis nos grãos e nos produtos derivados, bem como promover a resistência de pragas a determinados produtos químicos. O inseticida ideal deve ser tóxico à praga e seletivo a outras formas de organismos (OLIVEIRA et al., 2002).

O controle oficial de resíduos de pesticidas em alimentos é baseado nos limites máximos de resíduos (LMRs) e no intervalo de segurança. Para garantir a segurança dos alimentos que são disponibilizados para os consumidores quanto ao nível de resíduos de pesticidas, os LMRs são definidos pela FAO, pela Comissão do *Codex Alimentarius* e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), representando a concentração máxima de resíduo que poderá ser ingerida diariamente através da alimentação, prevenindo danos à saúde dos consumidores. Esses limites também são estabelecidos para produtos destinados à alimentação de animais. No Brasil, a regulamentação do LMR e do intervalo de segurança para pesticidas é responsabilidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2003a).

No milho, os principais perigos relacionados ao uso de agroquímicos são provenientes da utilização excessiva de herbicidas agrícolas e de inseticidas.

Inseticidas para controle de insetos-praga em grãos armazenados

Na Tabela 7, pode-se visualizar os inseticidas registrados para utilização no armazenamento de milho.

Tabela 7. Inseticidas registrados para uso em tratamento de grãos de milho no armazenamento, doses, Limite Máximo de Resíduo (LMR), Ingestão Diária Aceitável (IDA) e período de carência

| Nome técnico | Nome comercial | Dose - p.a. ¹ ppm | LMR ² mg kg ⁻¹ | IDA ² mg kg ⁻¹ / p.c. | Intervalo de Segurança ² |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------------|---|--|--|
| Deltametrina | K-obiol – 2,5C5 | 0,25 a 1 | 1,0 | 0,01 | 30 dias |
| Bifentrina | Prostore – 25CE | 0,4 | 0,6 | 0,02 | 30 dias |
| Permetrina | Pounce – 384CE | 2 a 4 | 0,1 | 0,05 | 60 dias |
| Pirimifós-metílico | Actelic – 50CE | 4 a 8 | 10,0 | 0,03 | 30 dias |
| Deltametrina* | K-Obiol – 2P | 0,5 a 1 | 1,0 | 0,01 | 6 dias |
| Fosfina (Gás-PH ³)** | Gastoxin/ Fertoxin | -- | 0,1 | -- | 4 dias |

1Dose do princípio ativo
*Produto para uso no milho em espiga, **Produto para uso em grãos ou produtos industrializados, sendo o tratamento realizado em ambiente hermético
Fonte: Manual... (2004) e 2 Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2009).

5. Glossário

O glossário a seguir contém as definições de termos técnicos no contexto em que foram adotados neste documento.

| Termos | Definições |
|--|--|
| Ação corretiva | Procedimento a ser tomado quando se constata que um critério encontra-se fora dos limites de segurança |
| Boas práticas agrícolas e de armazenagem | Conjunto de procedimentos para prevenir a contaminação de alimentos |
| Limite crítico | Quando não atendido, impossibilita a garantia de segurança do alimento |
| Perigo ou contaminante | Agente biológico, químico ou físico que pode estar presente no alimento e causar efeito adverso à saúde |
| Ponto crítico de controle (PCC) | Etapas no processo onde o controle pode ser aplicado e é essencial para prevenir, eliminar ou reduzir a um nível aceitável um perigo. Exemplo: secagem de grãos |
| Registros | Deve ser registrado monitoramento, treinamento, relatórios de ações corretivas e relatórios de auditorias |
| Rastreabilidade | Sistema de identificação que possibilita armazenar e disponibilizar as informações referentes à procedência e ao manejo adotado em todas as etapas do processo produtivo |
| Verificação | Auditorias independentes internas ou externas |
| Severidade | Dimensiona a gravidade de um perigo quanto às consequências resultantes de sua ocorrência. Pode ser classificada em alta, média e baixa |
| Risco | Probabilidade de ocorrência de um perigo, classificado como alto, médio e baixo |

Fonte: Guia passo a passo para implantação do sistema APPCC (SENAI, 2000b)

6. Referências

ALLDRICK, A. J. The effects of processing on the occurrence of ochratoxin A in cereals supplement of volume. **Food Additives and Contaminants**, London, v. 13, p. 27-28, 1996.

ALI, N.; SARDJONO; YAMASHITA, A.; YOSHIZAWA, T. Natural co-occurrence of aflatoxins and *Fusarium* mycotoxins (fumonisins, deoxynivalenol, nivalenol and zearalenone) in corn from Indonesia. **Food Additives and Contaminants**, London, v. 15, n. 4, p. 377-384, 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/appcc.htm>>. Acesso em: 23 out. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento técnico**. 2003a. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B4882-2-0%5D.PDF>> Acesso em: 21 ago. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 175 de 8 jul. 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jul. 2003b. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=7957>>. Acesso em: 16 jun. 2009.

ATHIÉ, I.; CASTRO, M. F. P. M.; GOMES, R. A. R.; VALENTINI, S. R. T. **Conservação de grãos**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. v. 1, 236 p.

ATUI, M. B.; LAZZARI, F. A. Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 363-367, 1998.

BITTENCOURT, A. B. F.; OLIVEIRA, C. A. F.; DILKIN, P.; CORREA, B. Mycotoxin occurrence in corn meal and flour traded in Sao Paulo, Brazil. **Food Control**, Guildford, v. 16, n. 2, p. 117-120, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 08 de maio 2009. Requisitos técnicos obrigatórios

ou recomendados para certificação de unidades armazenadoras em ambiente rural. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 maio 2009. Seção 1, p. 136-141. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/armazenagem.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2009.

CASTRO, M. F. P. M.; SHEPHARD, G. S.; SEWRAM, V.; VICENTE, E.; MENDONÇA, T. A.; JORDAN, A. C. Fumonisins in Brazilian corn-based foods for infant consumption. **Food Additives and Contaminants**, London, v. 21, n. 7, p. 693-699, 2004.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Recommended international code of practice general principles of food hygiene**: CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003. 2003. 31 p. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/download/standards/23/cxp_001e.pdf>. Acesso em: 16 out. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da agropecuária**: junho a setembro - 2009. Brasília, 2009a. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/IA-junset09.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Nova safra de grãos deve ultrapassar 140 milhões t**. Brasília, 2009b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=73&NSN=1168>>. Acesso em: 16 out. 2009b.

CHU, F. S. Mycotoxins: food contaminations, mechanism, carcinogenic potential and preventive measures. **Mutation Research/Genetic Toxicology**, Amsterdam, v. 259, n. 3/4, p. 291-306, 1991.

CREPPY, E. E. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. **Toxicology Letters**, Amsterdam, v. 127, p. 19-28, 2002.

DILKIN, P.; MALLMANN, C. A.; SANTURIO, J. M.; HICKMANN, J. L. Classificação macroscópica, identificação da microbiota fúngica e produção de alfa toxinas em híbridos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 137-141, 2000.

DOBIE, P.; HAINES, C. P.; HODGES, R. J.; PREVETT, P. F. (Ed.). **Insects and arachnids of tropical stored products**: their biology and

identification: a training manual. London: Tropical Development and Research Institute, 1984. 273 p.

ELEMENTOS de apoio para as boas práticas agrícolas e o sistema APPCC. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 199 p. (Série Qualidade e Segurança dos Alimentos).

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003**. 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/007/y5499e/y5499e0i.htm#TopOfPage>>. Acesso em: 22 out. 2009.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Manual sobre la aplicación del sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC) en la prevención y control de las micotoxinas**. 2003. 130 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1390S/Y1390S00.HTM>>. Acesso em: 22 out. 2009.

FIGUEIREDO, L. R. **Controle de pombos**. 2009. Disponível em: <http://www.pragas.com.br/pragas/pombo/pombo_metodos_de_controle.php>. Acesso em: 22 ago. 2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. (FEALQ. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).

GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C.; PADRÃO, G. de A. Aspectos econômicos da produção e utilização do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 1, p. 21-46.

IBAMA. Instrução Normativa nº 109, de 03 de agosto de 2006. Controle da fauna sinantrópica nociva e de seu manejo ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 ago. 2006. Disponível em: <<http://www.revistajuridica.com.br/content/legislacao.asp?id=28963>> Acesso em: 21 ago. 2009.

www.revistajuridica.com.br/content/legislacao.asp?id=28963> Acesso em: 21 ago. 2009.

JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T. Qualidade sanitária de grãos e de forragens conservadas “versus” desempenho animal e qualidade de seus produtos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p. 242-261.

JOUANY, J. P. Methods for preventing, decontaminating and minimizing the toxicity of mycotoxins in feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 137, p. 342-362, 2007.

JUAN, C.; PENA, A.; LINO, C. Levels of ochratoxin A in wheat and maize bread from the central zone of Portugal. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 127, p. 284-289, 2008.

KAWASHIMA, L. M.; VALENTE SOARES, L. M. Incidência de fumonisina B1, aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, ocratoxina a e zearalenona em produtos de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 516-521, 2006.

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2. ed. Curitiba: Ed. do Autor, 1997. 134 p.

LORINI, I.; BACALTCHUK, B. A qualidade desejada na armazenagem de grãos no país. **Ambiente em Foco**, 2007. Disponível em: <<http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=5019>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

MACHINSKI JR, M.; VALENTE SOARES, L. M.; SAWAZAKI, E.; BOLONHEZI, D.; CASTRO, J. L.; BORTOLLETO, N. Aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in Brazilian corn cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 81, n. 10, p. 1001-1007, 2001.

MALLMANN, C. A. **Micotoxinas e micotoxícoses em aves**. Laboratório de Análises Micotocológicas, Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <www.fortdodge.com.br/.../download.php?f=08_micotoxicoes.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2009.

MANUAL de controle de roedores. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2002.

MANUAL de segurança e qualidade para a cultura do milho. Brasília, DF: CampoPAS, 2004. 77 p. (Série Qualidade e Segurança dos Alimentos).

MURPHY, P. A.; RICE, L. G.; ROSS, P. F. Fumonisin B1, B2 and B3 content of Iowa, Wisconsin and Illinois corn and corn screening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 41, p. 263-266, 1993.

NUNES, V. de F. P. Pombos urbanos: o desafio de controle. **Biológico**, v. 65, n. 1/2, p. 89-92, 2003. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/biologico/v65_1_2/nunes.PDF>. Acesso em: 21 ago. 2009.

OLIVEIRA, E. E.; SOUZA, R. W. A.; SARMENTO, R. A.; TUELHER, E. S.; GUEDES, R. N. C. Seletividade de inseticidas a *Theocolax elegans* parasitóide de *Sitophilus zeamais*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 11-16, 2002.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis. **HACCP**: instrumento essencial para a inocuidade de alimentos. Buenos Aires, 2001. 333 p.

PERAICA, M.; RADIC, B.; LUCIC, A.; PAVLOVIC, M. Toxic effects of mycotoxins in humans. **Bulletin of the World Health Organization**, New York, v. 77, p. 754-766, 1999.

POZZI, C. R.; ARCARO, J. R. P.; ARCARO J.; FAGUNDES, H.; CORREA, B. Aspectos relacionados à ocorrência e mecanismo de ação de fumonisinas. **Ciência Rural**, Sant Maria, v. 32, n. 5, p. 901-907, 2002.

RHEEDER, J. P.; MARASAS, F. O.; VISMER, H. F. Production of fumonisin analogs by *Fusarium* species. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 68, p. 2101-2105, 2002.

SABINO, M.; PRADO, G.; COLEN, G. Ocorrência de aflatoxinas, ocratoxina A e zearalenona em milho de Minas Gerais, Parte 1. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 46, n. 1/2, p. 65-71, 1986.

SABINO, M.; PRADO, G.; INOMATA, E. I.; PEDROSO, M. O.; GARCIA, R. V. Natural occurrence of aflatoxins and zearalenone in maize in Brazil. Part II. **Food Additives and Contaminants**, London, v. 6, n. 3, p. 327-331, 1989.

SANTOS, J. P.; MAIA, J. D. G.; CRUZ, I. Efeito da infestação pelo gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e traça (*Sitotroga cerealella*) sobre a germinação de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 12, p. 1687-1692, 1990.

SANTOS, J. P. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 25-302.

SCUDAMORE, K. A.; PATEL, S. Survey for aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone and fumonisins in maize imported into the United Kingdom. **Food Additives and Contaminants**, London, v. 17, n. 5, p. 407-416, 2000.

SCUSSEL, V. M. **Micotoxinas em alimentos**. Florianópolis: Insular, 1998.

SCHULLER, M. **Pombos urbanos**: um caso de saúde pública. Disponível em: <www.sbccc.com.br/revistas_pdfs/ed%2019/19Pombos.pdf>. Acesso em: 27 out. 2009.

SENAI. **Guia de verificação do sistema APPCC**. Brasília, DF, 2000a. 148 p. (Série qualidade e segurança dos alimentos).

SENAI **Guia passo a passo para implantação do sistema APPCC**. 2. ed. Brasília, DF, 2000b. 61p. (Série qualidade e segurança dos alimentos).

SILVA C. L. **Controle de roedores em unidades armazenadoras**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2005. Disponível em: <<http://www.agais.com/roedores.htm>>. Acesso em: 25 out. 2009.

SILVA, M. **Avaliação da presença de fungos e micotoxinas na tecnologia de pós-colheita do milho**. 2007. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

VALENTE SOARES, L. M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Survey of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, and sterigmatocystin in some Brazilian foods by using multi-toxin thin-layer chromatographic method. **Journal of the Association of Analytical Chemistry**, Washington, v. 7, n. 1, p. 22-26, 1989.

VAN DER WESTHUIZEN, L.; SHEPHARD, G. S.; SCUSSEL, V. M.; COSTA, L. L. F.; VISMER, H. F.; RHEEDER, J. P.; MARASAS, W. F. O. Fumonisin contamination and Fusarium incidence in corn from Santa Catarina, Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 18, p. 5574-5578, 2003.

VAN DER WESTHUIZEN, L.; SHEPHARD, G. S.; SCUSSEL, V. M.; COSTA, L. L. F.; VISMER, H. F.; RHEEDER, J. P.; MARASAS, W. F. O. Fumonisin contamination and Fusarium incidence in corn from Santa Catarina, Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 18, p. 5574-5578, 2003.

VARGAS, E. A.; PREIS, R. A.; CASTRO, L.; SILVA, C. M. G. Co-occurrence of aflatoxins B1, B2, G1, G2, zearalenone and fumonisin B1 in Brazilian corn. **Food Additives and Contaminants**, London, v. 18, n. 11, p. 981-986, 2001.

WATSON, S. A.; RAMSTAD, P. E. (Ed.). **Corn: chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemist, 1987.

| 1. INFRA-ESTRUTURA E EQUIPAMENTOS | | CONFORME | NÃO-CONFORME | COMENTÁRIOS |
|---|---|----------|--------------|---|
| a. | Pátio pavimentado | | X | Área dos fundos não |
| b. | Limpeza dos arredores | | X | Não é completa. Grãos e terra em alguns locais |
| c. | Manejo de descartes (resíduos) | X | | |
| d. | Ausência de depósito de lixo | | x | Não existe |
| e. | Controle de acesso de animais (domésticos e aves) | | X | Galinhas e cachorros presentes |
| f. | Disponibilidade de instalações sanitárias | X | | |
| g. | Limpeza da infraestrutura | | X | Grãos espalhados, muita poeira e não há lavação |
| h. | Limpeza de equipamentos | | X | Presença de poeira |
| i. | Aplicação de inseticida na estrutura | | X | Não é realizado |
| j. | Determinador de umidade | X | | Gehaka 6800, mas tem medidor indireto para aferir |
| l. | Sistema de pré-limpeza e limpeza | X | | Existem máquinas |
| m. | Sistema de secagem | X | | Existe secador adequado |
| n. | Sistema de aeração | X | | Usado quando tem-se grande aumento de temperatura |
| o. | Sistema de termometria instalado | X | | Leitura com planilhas |
| p. | Sistema de exaustão | | | Nas moegas e nos secadores, sim. Nos silos, não |
| q. | Manutenção/calibração preventiva de equipamentos | X | | Anualmente ou quando necessário |
| r. | Abastecimento de água | X | | |
| REQUISITOS | | | | |
| 2. Qualidade tecnológica pós-colheita dos grãos | | | | |
| a. | Análises da carga no recebimento | X | | Umidade, impureza e grãos ardidos |
| b. | Segregação dos lotes | | X | Fazem segregação para teor de água nas moegas |

| REQUISITOS | | | CONFORME | NÃO CONFORME | COMENTÁRIOS |
|--|---|--|----------|--------------|---|
| 3. Monitoramento e controle de pragas e de fungos toxigênicos | | | | | |
| a. | Frequência do monitoramento de pragas – planilhas (histórico) | | | X | Quando acham que precisa. Faltam planilhas de registros |
| b. | Metodologia de monitoramento | | | X | Não tem métodos, pois é aleatório. Fazem o controle quando acham que precisam. Não tem mapa de pontos com armadilhas. |
| c. | Adota o Manejo Integrado de Pragas (MIP) | | | X | Não adota |
| d. | Seleção de agroquímicos para controle de pragas | | X | | Usa os registrados |
| e. | Tecnologia de aplicação de agroquímicos | | X | | Dosagem correta |
| f. | Presença e utilização de EPI | | X | | Completo. CIPA forte. Porém, entraram no silo sem equipamento e corda |
| g. | Identificação e armazenamento de agroquímicos | | | X | Tem local próprio, mas inadequado |
| h. | Monitoramento de micotoxinas (fumonisina, DON e ZEA) | | | X | Não fazem |
| i. | Monitoramento de resíduos de agroquímicos | | | X | Não fazem |
| j. | Monitoramento e controle de roedores | | | X | Falta planilha com mapa de iscagem e controle |
| REQUISITOS | | | | | |
| 4. Controle de qualidade | | | | | |
| a. | Ações corretivas registradas e arquivadas | | | X | Não há registros |
| b. | Histórico de devolução de cargas | | | x | Não tem, mas não misturam |
| c. | Registros para rastreabilidade (caderno de pós-colheita) | | | X | Não tem registros |
| d. | Treinamento e capacitação de colaboradores (mínimo 24h) | | | X | Tem treinamento para acidentes, mas não para APPCC |

**Circular
Técnica, 122**

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Endereço: Rod. MG 424 km 45 - Caixa Postal 151
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
E-mail: sac@cnpmis.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2009): 200 exemplares

**Comitê de
publicações**

Presidente: Antônio Álvaro Corsetti Purcino
Secretário-Executivo: Flávia Cristina dos Santos
Membros: Elena Charlotte Landau, Flávio Dessaune Tardin,
Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana e Clenio Araujo

Expediente

Revisão de texto: Clenio Araujo
Normalização Bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa